
CURRICULUM DI ATTIVITÀ SCIENTIFICA
DI
GIANLUIGI CIBINETTO

Contents

1	FORMAZIONE, CONTRATTI E IDONEITÀ	4
2	PRINCIPALI ATTIVITÀ E INCARICHI LAVORATIVI	5
3	INCARICHI DI COORDINAMENTO	8
4	PRESENTAZIONI A CONFERENZE, WORKSHOP E MEETING	10
5	PUBBLICAZIONI	11
6	ATTIVITÀ DIDATTICA	12
7	ORGANIZZAZIONE DI SCUOLE E CONVEGNI.	14
8	ATTIVITÀ DIVULGATIVA.	15
9	L'ATTIVITÀ SCIENTIFICA: INTRODUZIONE RIASSUNTIVA	16
10	L'ATTIVITÀ SCIENTIFICA: DESCRIZIONE DETTAGLIATA	19
10.1	L'ESPERIMENTO E835	19
10.1.1	IL RIVELATORE A FIBRE SCINTILLANTI	19
10.1.2	TRIGGER CARICO E TRIGGER $\phi\phi$	20
10.1.3	ANALISI DEI DECADIMENTI IN $J/\psi \pi^+\pi^-$	20
10.1.4	ANALISI DEI DECADIMENTI IN $\phi\phi$ E $\phi\phi\gamma$	21
10.2	LA PROPOSTA DI ESPERIMENTO PEP-N	22
10.3	L'ESPERIMENTO BABAR	22
10.3.1	IL TRACCIATORE DI VERTICE AL SILICIO (SVT)	23
10.3.2	IL RIVELATORE DI MUONI (IFR RPC)	23
10.3.3	IL PROGETTO LST	24
10.3.4	SPETTROSCOPIA	25
10.3.5	RUN COORDINATOR DELL'ESPERIMENTO	27
10.3.6	DATA QUALITY GROUP	27
10.3.7	HEAVY FLAVOR AVERAGING GROUP	28
10.3.8	COMITATO ITALIANO DI FISICA	28
10.4	IL PROGETTO SUPER B	28
10.4.1	IL RIVELATORE DI MUONI	28
	ATTIVITÀ DI RICERCA E SVILUPPO	29

PROGETTAZIONE DI UN PROTOTIPO SU LARGA SCALA	30
PROTOTIPO DI RIVELATORE DI MUONI E TEST SU FASCIO	30
DANNI DA IRRAGGIAMENTO PER DISPOSITIVI GM-APD	30
SIMULAZIONE E OTTIMIZZAZIONE DEL RIVELATORE	31
10.5 L'ESPERIMENTO BESIII	32
10.6 PROGETTO GIOVANI RICERCATORI 2006: SVILUPPO DI UN PROTOTIPO PER LA LETTURA A PAD DI UN RIVELATORE DI MUONI	32
Lista completa delle pubblicazioni	35
Articoli su rivelatori, proceeding di conferenze e altri lavori	35
Esperimento E835	37
Esperimento <i>BABAR</i>	38

1 FORMAZIONE, CONTRATTI E IDONEITÀ

- Laurea in fisica (vecchio ordinamento): 30 Novembre 2000, presso l'Università degli Studi di Ferrara. Titolo della tesi: "*Studio dello stato finale $J/\psi \pi^+\pi^-$ nei decadimenti del Charmonio*", tesi che contiene un'ampia sezione riferita alla costruzione e ottimizzazione del rivelatore a fibre scintillanti dell'esperimento E835. Relatore Prof. Roberto Calabrese.
- Dottorato di Ricerca in Fisica (con borsa ministeriale) conseguito presso l'Università degli Studi di Ferrara il 17 Febbraio 2004 discutendo una tesi dal titolo "*Study of the $\phi\phi\gamma$ final state in the E835 experiment at Fermilab.*". Tutore: Prof. Roberto Calabrese.
- Da Novembre 2003 a Novembre 2007: titolare di un assegno di ricerca dal titolo "Studio degli elementi della matrice CKM nell'esperimento BaBar", della durata di 4 anni presso la sezione INFN di Ferrara.
- Da Novembre 2007 a Maggio 2010, titolare di un assegno di ricerca sull'esperimento BaBar, presso il dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Ferrara.
- Da Maggio 2010 a Gennaio 2014 ricercatore a tempo determinato (Art. 23) presso l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare.
- Idoneo alla procedura selettiva per "Giudizi di idoneità per personale ricercatore di cui al bando n. 13153/2009" (R5).
- Idoneo alla selezione per 16 posti da Ricercatore di III livello (BANDO 13705 / 2010) dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare.

2 PRINCIPALI ATTIVITÀ E INCARICHI LAVORATIVI

Esperimento E835 - 1998/2003

- Costruzione, installazione ed ottimizzazione del rivelatore a fibre scintillanti e caratterizzazione dei VLPC (*Visible Light Photon Counter*) dell'esperimento E835 a Fermilab (FNAL 1998/1998 come summer student e laureando). Responsabile del rivelatore a fibre scintillanti durante la presa dati dell'esperimento. FNAL, Aprile-Settembre 2000.
- Studio e gestione del trigger carico dell'esperimento E835 durante la presa dati.
- Studio del decadimento $J/\psi \rightarrow \pi^+\pi^-$ delle risonanze del Charmonio (tesi di laurea).
- Responsabile della produzione della preselezione di eventi $\phi\phi$ e $\phi\phi\gamma$ (Fermilab, Ottobre 2001 - Marzo 2002) e studio di tali decadimenti delle risonanze del charmonio (tesi di dottorato)

Esperimento BaBar - dal 2002

- Upgrade del sistema di alte tensioni del barrel del rivelatore di muoni (IFR) dell'esperimento BaBar (SLAC, Luglio-Agosto 2002).
- Dal Settembre 2002 alla fine dell'esperimento BaBar: partecipazione al gruppo di lavoro per la sostituzione degli RPC del barrel IFR di BaBar con limited streamer tubes (LST).
- Setup di un apparato di test e relativi studi di R&D su prototipi di camere LST e di elettronica di lettura nei laboratori di Ferrara (periodi Ottobre-Dicembre 2002 e Maggio-Agosto 2003).
- Operation Manager del rivelatore di vertice, *Silicon Vertex Detector* (SVT) di BaBar. SLAC, Gennaio-Maggio 2003.
- Responsabile della progettazione e del setup delle infrastrutture del sistema di test per i controlli di qualità (QC) da affiancare alla produzione degli LST. (Luglio - Dicembre 2003)
- Installazione e commissioning del rivelatore LST (Agosto - Ottobre 2004 e Luglio - Novembre 2006). Misura delle prestazioni, allineamenti e debug del rivelatore LST di BaBar con eventi di cosmici e tramite selezioni $\mu\mu$ e $\mu\mu\gamma$ nei periodi successivi alle installazioni.

- Operation manager del rivelatore IFR (RPC+LST) di BaBar (Ottobre - Dicembre 2004 e Luglio - Ottobre 2005 e Agosto 2006).
- Partecipazione al progetto di upgrade degli RPC del forward endcap dell'IFR di BaBar per il loro utilizzo in regime proporzionale.
- Studio dei decadimenti della $\Upsilon(4S)$ e $\Upsilon(3S)$ in adroni carichi per l'identificazione e la ricerca dello stato η_b .
- Partecipazione a comitati di review di analisi di BaBar.
- Studio dello stato finale $J/\psi\pi\pi$ e $\psi(2S)\pi\pi$ in interazione elettrone positrone dopo initial state radiation (ISR): analisi dedicate allo studio e all'identificazione di nuovi stati quali la risonanza $Y(4260)$. Una pubblicata nel 2012 l'altra in corso di pubblicazione.
- Studio dello stato finale $J/\psi K^+ K^-$ dopo initial state radiation (ISR): in attualmente corso.
- Responsabile della sezione IFR-LST per la stesura dell'articolo sul rivelatore dell'esperimento attualmente in fase finale di preparazione.

Progetto Super B - 2007/2013

- Ricerca e sviluppo di prototipi per un rivelatore di muoni *MINOS style* con lettura effettuata tramite Silicon PhotoMultiplier (SiPM) (da Settembre 2007).
- Progettazione e costruzione di un prototipo su larga scala di rivelatore di muoni per test su fascio. Sviluppo del sistema di acquisizione e software di ricostruzione degli eventi del prototipo (da Luglio 2009).
- Studio del danno da irraggiamento da neutroni su dispositivi Silicon PhotoMultiplier (Marzo - Luglio 2009).
- Simulazione in GEANT 4 del rivelatore di muoni per l'ottimizzazione della geometria e lo studio dei fondi (da Ottobre 2008).
- Partecipazione a test di invecchiamento di SiPM con fascio di neutroni a Gelina (2012): caratterizzazione dei fotorivelatori, installazione e presa dati.
- Responsabile dei test di laboratorio con raggi cosmici per lo studio delle prestazioni di un sistema di amplificazione per fotorivelatori SiPM basato sul nuovo ASIC CLARO (2012).

Esperimento BESIII - dal 2013

- Responsabile del sistema di acquisizione del prototipo planare di GEM.
- Progettazione della meccanica del rivelatore a GEM cilindriche.

Esperimento PAX - dal 2013

- Responsabile della progettazione di un sistema di alte tensioni per il sistema di tracciamento a silici dell'esperimento PAX.

3 INCARICHI DI COORDINAMENTO

Esperimento BaBar

- Responsabile della produzione degli LST per l'upgrade del barrel IFR di BaBar presso la ditta Pol. Hi. Tech. di Carsoli (AQ) e del coordinamento e dell'analisi dati relativi ai controlli di qualità . Ottobre 2003 - Luglio 2004.
- Coordinamento delle attività di Quality Control e test durante l'installazione del rivelatore LST per il progetto di upgrade dell'IFR di BaBar (Luglio - Novembre 2006).
- Membro dello steering committee del rivelatore LST di BaBar da Settembre 2006.
- Run Coordinator dell'esperimento BaBar (Agosto 2006 e Gennaio - Maggio 2007).
- Co-commissioner del rivelatore LST (da Novembre 2006 - Dicembre 2007).
- System manager del rivelatore di muoni LST di BaBar (da Dicembre 2007).
- Coordinatore del Data Quality Group dell'esperimento BaBar per tutto l'anno 2008.
- Rappresentante HFAG (Heavy Flavor Averaging Group) della collaborazione BaBar per i decadimenti di $b \rightarrow charmonium$ (da Maggio 2009). Questo incarico ha portato alla pubblicazione di due report nel 2009 e nel 2011.
- Membro del Comitato Italiano di Fisica (C.I.F.) di BaBar da Marzo 2010.

Esperimento SuperB

- Co-responsabile del lavoro di ottimizzazione del rivelatore di muoni (IFR) del progetto Super B (da Gennaio 2009). In questo ambito mi sono occupato anche del coordinamento dello sviluppo di tutto il software relativo a tale rivelatore.
- Co-responsabile dei test per la misura dell'invecchiamento da irraggiamento da neutroni per fotorivelatori di tipo SiPM (Marzo - Luglio 2009).
- Coordinatore delle attività di costruzione della parte attiva del prototipo di rivelatore di muoni.
- Spokesperson e run coordinator del test beam (esperimento T1008) a Fermilab (Dicembre 2010, Luglio 2011, Ottobre 2011).

- Membro della Backward Calorimeter task force di SuperB: essenzialmente un comitato di review il cui compito è stato quello di valutare la possibilità di aggiungere al detector di SuperB un calorimetro elettromagnetico nella regione backward. Nell'estate 2011 è stata fatta una raccomandazione positiva al Tech. Board dell'esperimento sulla base del guadagno nel rapporto segnale rumore in alcuni canali di fisica e sulla base della fattibilità e dei costi del progetto.
- Coordinatore dell'analisi dati dei test di irraggiamento di SiPM a Gelina (2012-2013).
- Coordinatore ed editore responsabile del capitolo sul rivelatore di muoni del Technical Design Report di SuperB, attualmente in corso di pubblicazione.
- Partecipazione a numerose riunioni del Technical Board in qualità di esperto del rivelatore di muoni o in sostituzione del System Manager (2009-2012).

Esperimento BESIII

- Deputy Project Leader del progetto di costruzione di un rivelatore a GEM cilindriche per la sostituzione della camera a deriva interna di BESIII.

Altre responsabilità.

- Partecipazione e coordinamento delle attività di laboratorio del progetto "giovani ricercatori" finanziato dall'Università degli studi di Ferrara (anno 2007): titolo della ricerca svolta: *Sviluppo di un prototipo per la lettura a pad di un rivelatore di muoni*. Ha portato alla stesura di una tesi di laurea.
- Studio dell'inquinamento da polveri sottili nella città di Ferrara dal 2000 al 2011 e connessioni con condizioni meteo e traffico urbano (progettazione della ricerca e analisi dati). Pubblicata tesi di laurea in scienze ambientali anno 2011.
- Studio di scambi termici in edifici storici e applicazioni di domotica (dal 2011, in corso) in collaborazione con il dipartimento di Architettura di UNIFE (attività di progettazione della ricerca e installazione apparati di misura). Pubblicato proceeding della conferenza Associazione Italiana Gestione Energia (AIGE 2012).
- Sviluppo in collaborazione con il dipartimento di scienze della terra di una sonda per il monitoraggio idrico (da Gennaio 2013). Attività di coordinamento e progettazione.

4 PRESENTAZIONI A CONFERENZE, WORKSHOP E MEETING

- al Congresso Nazionale SIF 2002 ho presentato a nome della collaborazione di E835 il contributo: “*L’esperimento E835 a Fermilab*. Alghero, 26 Set. - 1 Ott. 2002.
- Presentazione sullo stato generale dell’esperimento BaBar alla riunione di Gruppo I dell’INFN. Roma Feb. 2004.
- APS-DPF meeting Riverside Agosto 2004, dove ho presentato a nome del gruppo LST di BaBar un contributo da titolo “*A new barrel IFR instrumented with Limited Streamer Tube*.”
- “Weak Interactions and Neutrinos” (WIN05). dove ho presentato a nome della collaborazione di BaBar un contributo dal titolo: “*Hadronic physics at the B factories*”. Delphi Giugno 2005.
- “Quarks and Nuclear Physics 2006” (QNP06), dove ho presentato *su invito* un contributo dal titolo *Overview of timelike electromagnetic form factors*. Madrid, 5-10 Giugno 2006.
- “European Physical Society meeting on High Energy Physics (EPS07)” dove ho presentato a nome della collaborazione BaBar un contributo dal titolo *Quarkonium Spectroscopy at BaBar*. Manchester, Giugno 2007.
- Presentazione dal titolo *Aging studies of the BaBar RPC* alla conferenza IEEE 2008 Nuclear Science Symposium (9 - 25 October 2008 Dresden, Germany)
- Presentazione dal titolo *Search for Z(4430) at BaBar* all’International Workshop on Heavy Quarkonia 2008 (2-5 December 2008, Nara Women’s University, Japan).
- Presentazione *su invito* dal titolo *New Spectroscopy@B-Factories: status and perspectives* al Super B Physics Workshop (13 -17 April 2009 University of Warwick, England).
- Presentazione dal titolo *Exotics (review)* alla Conference on the Intersections of Particle and Nuclear Physics 2009 (San Diego, California 26 May to 31 May, 2009)
- Presentazione del contributo *A scintillator Based Muon System with SiPM Read-out for the SuperB Detector* alla conferenza IEEE 2010 Nuclear Science Symposium, Knoxville TN.

- Presentazione del contributo “Inclusive $D^*\pi$ and $D\pi$ production in $e^+e^- \rightarrow c\bar{c}$ ” at the XIX International Workshop on Deep-Inelastic Scattering and Related Subjects, Newport News (VA), April 11-15, 2011.
- Lezione su invito dal titolo “Test Beam Results of the SuperB muon detector prototype” at the International Conference on Advances in Nuclear Instrumentation, Measurement Methods and their Applications (ANIMMA), Ghent (Belgium), 6-9 June, 2011.
- Talk plenario di review dal titolo “Charmonium-like states” alla XI conferenza internazionale Heavy Quarks and Leptons, tenutasi a Praga, Giugno 11-15 2012.
- Talk plenario dal titolo “Backgrounds: Simulations and Irradiation Test” al workshop *Instrumentation for muon and K0L identification at Super Flavor Factories*, Cracovia 6-9 Settembre 2012.
- Presentazione dello stato generale e dei risultati recenti dell’esperimento BaBar alla riunione della Commissione Scientifica Nazionale di Gruppo I tenutasi a Torino il 24 Settembre 2012.
- Invitato a tenere un seminario sulla misura della violazione dell’asimmetria temporale a BaBar all’Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) di Bologna il 7 Marzo 2013.
- Invitato a tenere una lezione dal titolo *Silicon Photo-Multiplier Radiation Hardness Tests with a White Neutron Beam* alla conferenza ANIMMA13 - Marseille, 23-27 June 2013.
- Talk plenario dal titolo *Charm Mixing and CP Violation at B-Factories* all’International workshop on e+e- collisions from Phi to Psi 2013, Roma, Settembre 9-12, 2013.

5 PUBBLICAZIONI

Sono co-autore di oltre 400 pubblicazioni di cui circa 350 su riviste di fisica internazionali. L’elenco completo delle pubblicazioni, allegato al curriculum, attesta come la produzione scientifica sia stata continua nel tempo e comprenda tutti i principali ambiti di attività ai quali ho partecipato.

6 ATTIVITÀ DIDATTICA

Corsi

- Lezioni di supporto al corso di *Analisi I* del corso di laurea in Fisica dell'Università di Ferrara a.a. 2003/2004.
- Cultore della materia di *Informatica* del corso di laurea in Fisica dell'Università di Ferrara a.a 2004/2005.
- Lezioni di supporto alla didattica del corso di *Laboratorio di interazione radiazione materia* del corso di laurea in Fisica dell'Università di Ferrara a.a 2004/2005.
- Lezioni di supporto alla didattica del corso di *Laboratorio di fisica nucleare e sub-nucleare* del corso di laurea in Fisica dell'Università di Ferrara a.a 2004/2005.
- Professore a contratto per il corso di *Analisi di dati di laboratorio* per l'insegnamento di *Programmazione per le misure fisiche* del corso di laurea in Fisica dell'Università di Ferrara dal 2005 al 2010.
- Professore a contratto del corso integrativo di "Rivelatori di tracciamento" per l'insegnamento di *Laboratorio di interazione radiazione materia* del corso di laurea in Fisica dell'Università di Ferrara dal 2005 al 2010.
- Professore a contratto dei corsi di Programmazione e Laboratorio di Programmazione del corso di laurea in Informatica dell'Università di Ferrara, a.a. 2008/2009.
- Professore a contratto del corso integrativo di "Complementi di Programmazione Scientifica" per l'insegnamento di Programmazione del corso di laurea in Informatica dell'Università di Ferrara, a.a. 2009/2010.
- Titolare del corso di *Laboratorio di fisica delle alte energie* per il corso di laurea specialistica in Fisica dell'Università di Ferrara. A.A. 2010/2011 e 2011/2012 e 2012/13.

Relatore di tesi di laurea

- Elisa Fioravanti, *Il rivelatore di muoni dell'esperimento BaBar* (Relatori R. Calabrese e G. Cibinetto), corso di laurea in Fisica, A.A. 2004/2005.
- Isabella Garzia, *Il rivelatore di muoni dell'esperimento BaBar* (Relatori R. Calabrese e G. Cibinetto), corso di laurea in Fisica, A.A. 2005/2006.

- Mirco Taiani, *Sviluppo di un sistema di acquisizione dati per un rivelatore di muoni* (Relatori M. Andreotti e G. Cibinetto), corso di laurea in Informatica, A.A. 2005/2006.
- Valentina Rolando, *Algoritmo per la ricostruzione delle tracce di muoni rivelati con tubi a streamer limitato*. (Relatori R. Calabrese e G. Cibinetto), corso di laurea in Fisica, A.A. 2005/2006.
- Ruggero Sinigaglia, *Realizzazione di librerie per il controllo di un sistema di alta tensione per un rivelatore di muoni*. (Relatori M. Andreotti e G. Cibinetto), corso di laurea in Informatica, A.A. 2005/2006.
- Michele Cenci, *Misura della lunghezza di attenuazione e della resa di luce relativa di fibre ottiche di tipo wavelenght shifter e studio degli errori strumentali*. (Relatori W. Baldini e G. Cibinetto), corso di laurea in Fisica, A.A. 2007/2008.
- Matteo Manzali, *Realizzazione di un'applicazione per l'acquisizione dati da un rivelatore a fibre scintillanti* (Relatori M. Andreotti e G. Cibinetto), corso di laurea in Informatica, A.A. 2007/2008.
- Samuele Fin, *Misura dei parametri caratteristici di fotorivelatori multipixel a stato solido di tipo SiPM* (Relatori W. Baldini e G. Cibinetto), corso di laurea in Fisica, A.A. 2007/2008.
- Moris Pozzati *Progettazione di un sistema di acquisizione per misure di danneggiamento da neutroni* (Relatori G. Cibinetto e M. Andreotti), corso di laurea in Informatica, A.A. 2008/2009.
- Student: Matteo Facchin. Title *Studi per l'ottimizzazione del rivelatore di muoni del progetto SuperB - Optimization of the SuperB muon detector*. (Tutors E. Luppi and G. Cibinetto). Physics master thesis, year 2010.
- Student Caterina Monini. Title *Study of charmonium production in e^+e^- annihilations with Initial State Radiation* (Advisor Roberto Calabrese, tutor Gianluigi Cibinetto). Physics master thesis, year 2011.
- Student: Alba Chiara Bellonzi. Title *Study of the pollution from particulate matter in Ferrara from 2000 to 2010*. Tutors: M. Andreotti, G. Cibinetto and S. Mantovani. Grad. thesis in New Physics Technologies year 2011.
- Student: Caterina Sassoli. Title: *Development of a system for the study of thermal exchange in buildings*. Tutors: M. Andreotti, G. Cibinetto. Information Science year 2011.

- Student: Vincenzo Battista. Title *Characterization of Silicon Photomultipliers*. Tutors: R. Calabrese, W. Baldini and G. Cibinetto. Physics grad. thesis 2011.
- Giulia Tellarini (laurea magistrale in fisica anno 2012). Titolo della tesi: *Study of the radiation damage of Silicon Photo Multipliers*. Relatori: W. Baldini e G. Cibinetto.
- Enrico Calabrese (laurea triennale in Fisica). Titolo della tesi: Studio delle prestazioni di un sistema di amplificazione per fotorivelatori SiPM basato sul nuovo ASIC CLARO. Relatori: A. C. Ramusino, G. Cibinetto.

Relatore di tesi di dottorato

- Tesi del dott. M. Munerato dal titolo *Design studies of the muon detector for the SuperB experiment*. Tutors: D. Bettoni and G. Cibinetto. (anno 2011)

7 ORGANIZZAZIONE DI SCUOLE E CONVEGNI.

- Membro del comitato organizzativo della scuola internazionale di Fisica Niccolò Cabbeo del 2012 dal titolo *Hadronic spectroscopy*. Ferrara Maggio 21-26, 2012.
- Membro del comitato scientifico del workshop *Instrumentation for muon and KOL identification at Super Flavor Factories*, tenutosi a Cracovia il 6-9 Settembre 2012.

8 ATTIVITÀ DIVULGATIVA.

- Ciclo di 10 ore di lezione su invito e dimostrazioni di laboratorio dal titolo “La Fisica dei giorni nostri” presso il liceo Mario Pagano di Campobasso, A.A. 2005/06.
- Co-responsabile di laboratorio di fisica nucleare e subnucleare per il Progetto Lauree Scientifiche dell’Università di Ferrara dal 2005 al 2012.
- Co-responsabile di laboratorio di fisica subnucleare per stage di studenti di scuola superiore dal 2005 al 2012.
- Partecipazione al progetto Master Class 2008.

9 L'ATTIVITÀ SCIENTIFICA: INTRODUZIONE RIASSUNTIVA

I riferimenti bibliografici riportati in questa sezione (V1 - V25) sono relativi all'elenco delle venti pubblicazioni sottoposte alla procedura di valutazione comparativa, come richiesto dal bando di concorso.

La mia attività scientifica è iniziata nell'esperimento E835 a Fermilab [V5] che ha studiato gli stati del charmonio prodotti in annichilazione protone-antiprotone. All'interno della collaborazione mi sono occupato inizialmente del rivelatore a fibre scintillanti utilizzato per la misura precisa dell'angolo polare delle particelle cariche [V1]. Di tale rivelatore ho curato la costruzione, l'ottimizzazione, il mantenimento e sono stato responsabile durante la presa dati, passando un periodo di circa un anno a Fermilab. Nel periodo di run mi sono dedicato, per un periodo più limitato, anche alla gestione del trigger carico dell'esperimento [V5]. Per quanto riguarda l'analisi dei dati, durante il periodo di tesi di laurea ho studiato una selezione topologica per stato finale $J/\psi \pi^+\pi^-$; lo sviluppo dell'analisi di questo decadimento ha portato alla misura dei branching ratios della $\psi' \rightarrow J/\psi\pi\pi$ [V10]. Durante il periodo di dottorato mi sono occupato dell'analisi dei decadimenti adronici $c\bar{c} \rightarrow \phi\phi$ e $c\bar{c} \rightarrow \phi\phi\gamma$, particolarmente difficili da studiare in E835 a causa dell'elevato fondo uds . La motivazione principale di questo studio è la possibilità di confermare la risonanza h_c , lo stato 1P_1 del charmonio precedentemente osservato dall'esperimento E760. Tale studio ha mostrato la possibilità di studiare decadimenti adronici in E835, ma è stato limitato dalla statistica accumulata, dall'alto background e dalla mancanza di un Monte Carlo sufficientemente dettagliato per la simulazione degli adroni. Il risultato di questo studio è comunque in accordo con quanto misurato nei canali $\eta_c\gamma$ e $J/\psi\pi^0$ [V11]. Tra gli studi che ho seguito particolarmente da vicino poi ci sono da sottolineare la misura del fattore di forma magnetico del protone nella regione timelike [V9] che ho presentato in una review su invito alla conferenza QNP06 e la misura precisa dei parametri della risonanza χ_0 [V8] presentata nel corso di un talk sui risultati dell'esperimento E835 alla SIF nel 2001. Durante il periodo di dottorato, parallelamente al lavoro di analisi dati di E835, sono entrato nella collaborazione dell'esperimento BaBar (dal Marzo 2002), situato nel collider asimmetrico e^+e^- (PEP-II) di SLAC e che conduce un vastissimo programma di fisica che ha nella misura della violazione di CP nel sistema dei mesoni B il suo punto principale, ma che offre innumerevoli possibilità anche nel campo del charmonio. Tra i vari importanti risultati di questo esperimento tre meritano sicuramente di essere nominati. Il primo riguarda la scoperta di uno stato stretto che decade in $D_S^+\pi^0$ [V12]. Altri due importanti risultati riguardano la prima osservazione di violazione di CP diretta nel decadimento

$B \rightarrow K\pi$ [V13] e la prima evidenza del mixing $D^0 - \bar{D}^0$ [17].

In BaBar mi sono occupato inizialmente dell'upgrade del rivelatore di muoni (IFR), di cui sono stato più volte Operation Manager partecipando a numerosi upgrade e lavori di R&D [V3]. Per un periodo di circa quattro mesi sono stato Operation Manager del rivelatore di vertice (Silicon Vertex Detector). Dal Settembre 2002 sono entrato attivamente a far parte del gruppo di lavoro per la sostituzione della parte attiva (costituita da RPC) del Barrel dell'IFR con tubi a streamer limitato (LST) [V4]. Nell'ambito di questo progetto la sezione INFN di Ferrara ha avuto uno dei ruoli di primo piano all'interno della collaborazione partecipando in maniera attiva a tutte le fasi principali dell'upgrade del rivelatore. Il mio contributo personale è stato particolarmente significativo e continuo nel tempo e va dallo sviluppo dei prototipi, ai test sui primi modelli di elettronica di lettura, alla costruzione e gestione del sistema di controlli di qualità durante la produzione (di cui sono stato il responsabile), fino all'installazione vera e propria e al commissioning del rivelatore. Dopo la fine del periodo di dottorato è iniziato il mio coinvolgimento nel gruppo di fisica che si occupa di quarkonio a BaBar, mi sono interessato a uno studio delle risonanze del bottomonio finalizzato alla ricerca degli stati $\chi_b(3P)$ e dello stato η_b tramite i loro decadimenti in adroni carichi. Tale studio, reso infattibile a causa dell'elevato fondo è ritornato di interesse dopo l'osservazione da parte di BaBar della risonanza η_b e dell' h_b nei decadimenti delle $Y(3S)$ [V19][V24]; è proprio nei decadimenti della $Y(3S)$ che il rapporto segnale-rumore potrebbe essere migliore e permettere l'attuazione di questo studio. Inoltre potrebbe essere un modo alternativo ad altri studi [V21] per l'identificazione di stati esotici nel range di energia del bottomonio. Da Ottobre 2007 sono coinvolto in un progetto di analisi per lo studio e l'identificazione di nuovi stati tra cui le risonanze $Y(4260)$ e $Y(4330)$ [V14] [V16]. Il risultato dello studio dello stato finale è stato presentato alle scorse conferenze estive [V25] e ha confermato e migliorato la precedente misura di BaBar delle risonanze $Y(4260)$. Anche il risultato dello stato finale $\psi(2S)\pi\pi$ è in corso di pubblicazione, mentre l'analisi del canale $J/\psi k\bar{k}$ è attualmente in preparazione.

Proprio in questo ambito ho presentato a diverse conferenze internazionali risultati di spettroscopia di charm, charmonio e nuovi stati [V15][V20][V21][V22][V23] venendo invitato anche a fare talk di review sull'argomento [V7]. Ho partecipato inoltre alla revisione di alcune analisi dell'esperimento BaBar in questo ambito sono stato responsabile della review dello studio della risonanza $Z(4430)^-$ che potrebbe essere il primo candidato tetraquark [V18][V2].

Alla fine del 2007 è iniziato anche il mio coinvolgimento nel progetto di costruzione di una Super Flavor Factory (SuperB) ad altissima luminosità, un esperimento rivolto allo studio della violazione della simmetria CP nel decadimento dei mesoni B e alla ricerca di

nuova fisica oltre il Modello Standard attraverso i decadimenti rari dei mesoni composti dai quark c e b . Tale proposta di esperimento è stata di recente bocciata dal Governo Italiano, il lavoro fatto su R&D e simulazioni può essere facilmente adattato e riutilizzato in altri esperimenti. In questo ambito mi sono occupato principalmente dell'apparato di rivelazione dei muoni, costituito da scintillatori estrusi con fibre scintillanti WLS e lettura tramite GM-APD. Sono state molte le mie responsabilità in questo progetto e vanno dalla ricerca e sviluppo alla costruzione di un prototipo su larga scala per misurarne le prestazioni reali, fino alla simulazione in GEANT4 rivolta all'ottimizzazione della geometria del detector. Ho avuto un ruolo determinante nella progettazione di un prototipo e sono stato co-spokesperson e coordinatore della presa dati del test su fascio (esperimento T-1008 a Fermilab), ho inoltre organizzato il test di neutroni per studi di invecchiamento dei fotorivelatori SiPM[V6].

Negli ultimi anni ho assunto importanti ruoli di carattere organizzativo e di coordinamento principalmente all'interno degli esperimenti BaBar e SuperB, da sottolineare: *System Manager* del rivelatore LST, *Run Coordinator* dell'esperimento, coordinatore del *Data Quality Group*, sono stato membro del *Technical Board* di BaBar, sono tuttora rappresentante di BaBar presso l'HFAG, rappresentante del Comitato Italiano di Fisica e coordinatore di diverse attività per lo sviluppo del rivelatore di muoni di SuperB, membro del comitato di review del Backward Calorimeter di SuperB. Molti di questi incarichi hanno comportato il coordinamento del lavoro di gruppi (talvolta anche piuttosto numerosi) di studenti, fisici e tecnici. Tali contributi verranno dettagliatamente descritti in seguito.

Dalla fine dell'esperienza nel progetto SuperB ho continuato la mia attività di analisi dati su BaBar e ho preso contatti con alcuni membri della dell'esperimento BESIII in Cina per un mio ingresso nella collaborazione in relazione al progetto di upgrade del rivelatore di tracciamento e analisi dati.

Dai primi anni di dottorato ho pubblicato su riviste internazionali più di 400 articoli in collaborazione la cui lista completa è riportata alla fine del curriculum; il mio contributo a tali risultati è suffragato dalle presentazioni a conferenze internazionali ed è stato continuo nel tempo come evidenziato dalla lista delle pubblicazioni presentate.

10 L'ATTIVITÀ SCIENTIFICA: DESCRIZIONE DETTAGLIATA

La mia attività scientifica è riportata in dettaglio nei seguenti paragrafi.

10.1 L'ESPERIMENTO E835

L'esperimento E835 era situato nell'anello di accumulazione di antiprotoni di Fermilab. Utilizzando un bersaglio fisso di idrogeno clusterizzato, venivano formati i vari stati dello spettro del charmonio facendo variare l'energia del fascio di antiprotoni. Questi stati venivano analizzati tramite i loro decadimenti. Il vantaggio di un esperimento di questo tipo rispetto all'annichilazione e^+e^- è la possibilità di formare direttamente tutti gli stati dello spettro e non solo quelli con i numeri quantici del fotone $J^{PC} = 1^{--}$. L'apparato sperimentale era costituito da uno spettrometro non magnetico ad alta risoluzione per lo studio dei decadimenti elettromagnetici (e.g. e^+e^- , $e^+e^- \gamma$, $\gamma\gamma$, ecc.). Esso era formato da un calorimetro elettromagnetico per la misura della posizione e dell'energia di elettroni, positroni e fotoni, da un contatore Čerenkov per distinguere gli elettroni dai pioni carichi e da un sistema di tracciamento carico composto da 3 odoscopi, due camere a straw per la misura dell'angolo azimutale ed un rivelatore a fibre scintillanti per la misura dell'angolo polare. L'esperimento ha inoltre studiato i decadimenti adronici in $\bar{c}c \rightarrow \phi\phi \rightarrow K^+K^-K^+K^-$ per la loro particolare cinematica.

Con i dati del run conclusosi a Novembre del 2000, E835 ha fornito la migliore misura dei parametri della risonanza χ_0 , ha misurato la distribuzione angolare delle reazioni $p\bar{p} \rightarrow \chi_{1,2} \rightarrow J\psi\gamma$ e i parametri delle risonanze χ_1 e χ_2 ed ha misurato il fattore di forma magnetico del protone nella regione "timelike" fino ad un valore di impulso trasferito $q^2 = 18.5(GeV/c)^2$.

Descriverò di seguito in maniera più dettagliata i miei contributi all'interno della collaborazione.

10.1.1 IL RIVELATORE A FIBRE SCINTILLANTI

Il rivelatore a fibre scintillanti è stato costruito per avere una misura precisa dell'angolo polare; esso ha simmetria cilindrica ed è costituito da quattro cilindri di plexiglass concentrici attorno ai quali sono avvolte un totale di 1340 fibre ottiche scintillanti di materiale plastico drogato che al passaggio di particelle cariche emette luce attraverso il meccanismo di Foster. Tale luce viene convogliata attraverso comuni fibre ottiche chiare (non scintillanti) all'esterno del rivelatore fino ai VLPC (Visible Light Photon Counter), dei fotorivelatori con alta efficienza (70%) in grado di rivelare il singolo fotone e che lavorano

ad una temperatura di circa 6.5K. Il segnale prodotto dai VLPC viene a sua volta amplificato, discriminato e letto da un sistema di ADC e TDC.

L'efficienza media del rivelatore è superiore al 98% e la risoluzione spaziale intrinseca è di circa 1 mrad, tale risoluzione è di fondamentale importanza per lo studio dei decadimenti adronici in $\phi\phi$ e $\phi\phi\gamma$.

Durante il primo periodo di partecipazione all'esperimento E835 mi sono dedicato a diverse fasi della costruzione del rivelatore:

- caratterizzazione dei VLPC.
- lavorazione e assemblaggio delle fibre ottiche.
- assemblaggio delle guide di luce.
- installazione del rivelatore e delle connessioni ottiche ed elettriche.
- installazione dell'elettronica di Front End.
- test di funzionamento ed ottimizzazione.

Durante il periodo di presa dati ho inoltre provveduto al mantenimento del rivelatore, alla misura delle sue prestazioni e al mantenimento del sistema criogenico ad elio liquido per il raffreddamento dei VLPC.

10.1.2 TRIGGER CARICO E TRIGGER $\phi\phi$

Il trigger carico è stato disegnato principalmente per selezionare i decadimenti elettromagnetici del charmonio (e.g. $J/\psi \rightarrow e^+e^-$). Per l'unico canale adronico studiato, quello in due mesoni ϕ attraverso $\phi\phi \rightarrow K^+K^- K^+K^-$, veniva utilizzato un sistema di trigger appositamente dedicato. Gli input del trigger carico sono le uscite degli odoscopi, del Čerenkov, del calorimetro elettromagnetico e del rivelatore a fibre scintillanti. Durante il periodo presa dati del 2000 ho collaborato alla sua gestione.

10.1.3 ANALISI DEI DECADIMENTI IN $J/\psi \pi^+\pi^-$

La fase finale del periodo di tesi di Laurea è stata dedicata allo studio di una preselezione topologica per i decadimenti del charmonio nello stato finale $J/\psi \pi^+\pi^-$ con la J/ψ che decade in una coppia e^+e^- . Tale preselezione sfrutta unicamente informazioni di tipo topologico senza imporre vincoli cinematici agli eventi e rappresenta un passo iniziale

per uno studio completo ed approfondito del decadimento. Nonostante la sua semplicità questo tipo di selezione ha avuto un test positivo sugli eventi all'energia della ψ' , mentre per quanto riguarda lo studio della risonanza h_c la statistica accumulata è risultata troppo bassa.

L'analisi di questo decadimento ha portato alla misura dei branching ratios della $\psi' \rightarrow J/\psi\pi\pi$.

10.1.4 ANALISI DEI DECADIMENTI IN $\phi\phi$ E $\phi\phi\gamma$

Durante il dottorato mi sono occupato dell'analisi degli stati finali $\phi\phi$ e $\phi\phi\gamma$ (con i mesoni ϕ che decadono in coppie K^+K^-), che sono gli unici decadimenti adronici studiati da E835. Lo studio di questo tipo di decadimenti è reso possibile dalla cinematica della reazione che è particolarmente distinguibile dal fondo in quanto le due coppie K^+K^- sono fortemente "back-to-back" e i due kaoni appartenenti alla stessa ϕ sono molto vicini tra loro e grazie alla precisione del sistema di tracciamento interno è possibile avere una misura accurata della loro posizione. La motivazione principale di questo studio è la possibilità di confermare la risonanza h_c , lo stato 1P_1 del charmonio (identificata dall'esperimento E760 in $J/\psi\pi^0$) tramite il decadimento

$$\bar{p}p \rightarrow h_c \rightarrow \eta_c\gamma \rightarrow \phi\phi\gamma \rightarrow K^+K^-K^+K^-\gamma$$

utilizzando come tuning degli strumenti di analisi la reazione:

$$\bar{p}p \rightarrow \psi' \rightarrow \chi_0\gamma \rightarrow \phi\phi\gamma \rightarrow K^+K^-K^+K^-\gamma$$

La principale difficoltà di questo studio in un esperimento come E835 è l'assenza di una misura degli impulsi dei 4 kaoni carichi dello stato finale, l'assenza di un campo magnetico rende indistinguibili i K^+ dai K^- . Il mio contributo in questo campo è stato particolarmente vasto, a partire dalla preselezione dei dati avvenuta nell'inverno 2001-2002, fino alle fasi centrali dell'analisi e alla scrittura del codice per il fit cinematico. L'importanza del fondo adronico (70mb) paragonata alle sezioni d'urto dei processi studiati (150pb per la h_c e 15pb per la ψ') ha reso necessaria l'applicazione di una stringente selezione degli eventi che ha drasticamente abbassato l'efficienza dell'analisi. Come detto in precedenza l'analisi è stata dapprima testata all'energia della χ'_0 nella cui regione si è evidenziato un innalzamento della sezione d'urto in corrispondenza del picco della risonanza. Un simile

comportamento si è notato anche all'energia, di maggiore interesse, della h_c , in corrispondenza del picco misurato dell'esperimento E760. Lo studio è stato limitato principalmente dall'elevato fondo adronico e per avere un segnale pulito è stato necessario applicare tagli molto stretti. Il risultato di questo studio è risultato comunque in accordo con il risultato pubblicato da E835 sullo studio della stessa risonanza nei canali $\eta_c\gamma$ e $J/\psi\pi^0$.

10.2 LA PROPOSTA DI ESPERIMENTO PEP-N

All'inizio del 2001 ho partecipato a PEP-N, una proposta di esperimento in collider asimmetrico elettrone-positrone a energie nel centro di massa tra 1GeV e 3GeV. Il vasto programma di fisica spaziava dallo studio del rapporto R ($e^+e^- \rightarrow \text{adroni}/e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$) alla misura dei fattori di forma del protone. La lettera di intenti presentata all'amministrazione del laboratorio SLAC non è stata approvata per motivi di bilancio. Il mio coinvolgimento iniziale riguardava lo studio e la costruzione di una TPC per il tracciamento interno.

10.3 L'ESPERIMENTO BABAR

L'esperimento BaBar utilizza il collider asimmetrico e^+e^- (PEP-II) di SLAC per un vastissimo programma di fisica che ha nella misura della violazione di CP nel sistema dei mesoni B il suo punto principale. Il metodo standard è quello di produrre coppie $B\bar{B}$ attraverso il decadimento della risonanza $\Upsilon(4S)$ e di studiarne gli stati finali partendo da un B completamente ricostruito.

L'apparato è composto da un rivelatore di vertice di silici (SVT) fondamentale per la misura precisa dei vertici di decadimento di B e \bar{B} , una camera a deriva (DCH) per la misura della posizione e degli impulsi delle particelle cariche, un rivelatore Čerenkov (il DIRC), un calorimetro elettromagnetico (EMC), un magnete solenoidale, ed un rivelatore di muoni (IFR) costruito nel ferro del ritorno del flusso del magnete.

Dall'inizio della presa dati BaBar ha pubblicato oltre 400 articoli in ambiti molto diversi della fisica delle particelle alcuni dei quali hanno dato un contributo contributo alla verifica del Modello Standard e alla comprensione delle interazioni fondamentali, tra i vari citiamo la prima misura di violazione di CP diretta nel sistema dei mesoni B , la prima evidenza del D mixing, la prima osservazione dello stato fondamentale del bottomonio, la risonanza η_b e la scoperta di nuove particelle come il D_{sJ}^* e la $Y(4260)$. Di seguito elencherò i miei contributi all'esperimento che sono stati molto vari e vanno dal coinvolgimento diretto nell'analisi dei dati, a lavori di mantenimento e upgrade dei varie parti del rivelatore, a diversi incarichi di coordinamento come responsabile (System Manager) del rivelatore di muoni, Run Coordinator e Data Quality Manager; ciascuno di questi incarichi ha avuto

un impatto significativo sull'output di fisica di BaBar.

10.3.1 IL TRACCIATORE DI VERTICE AL SILICIO (SVT)

SVT è il rivelatore più interno e più delicato di BaBar, è costituito da 5 strati a simmetria cilindrica attorno all'asse del fascio, ciascuno strato è composto da un numero di moduli di silicio che può variare da 12 per lo strato più interno a 36 per quello esterno. SVT ha una risoluzione spaziale media lungo l'asse del fascio di circa $70\mu m$ ed ha una efficienza di rivelazione superiore al 98%.

Per un periodo di circa 4 mesi, durante la presa dati del 2003 sono stato responsabile delle operazioni di tale rivelatore, ho curato il suo corretto funzionamento e il mantenimento delle infrastrutture per il controllo della qualità dei dati. Durante questo periodo ho imparato a conoscere e a gestire le particolarità di questo tipo di tecnologia dai principi di funzionamento alle cause di danneggiamento dei silici, alle infrastrutture necessarie per la loro operatività. Dall'esperienza del rivelatore di vertice di BaBar è stato pubblicato un articolo sulle sue prestazioni e future prospettive.

10.3.2 IL RIVELATORE DI MUONI (IFR RPC)

IFR è il rivelatore di muoni e K_L di BaBar, è costituito di tre parti: un barrel a simmetria esagonale attorno all'asse del fascio, il *forward endcap* che copre la regione "in avanti" ed il *backward endcap* per la regione "all'indietro". Il materiale assorbente è il ferro per il ritorno del flusso del magnete, mentre la zona attiva è costituita da piani di RPC (Resistive Plate Chamber).

Durante la pausa estiva del 2002 è stato effettuato un progetto di upgrade del sistema al quale ho contribuito partecipando all'installazione delle nuove camere del forward endcap e soprattutto occupandomi della sostituzione del sistema di distribuzione dell'alta tensione del barrel di cui sono diventato il responsabile.

In questo periodo ho iniziato ad interessarmi e a studiare alcune delle problematiche relative a questo tipo di tecnologia, il suo funzionamento e le sue prestazioni, i tipi di impiego e le cause di invecchiamento.

Nel corso del 2004 e del 2005 ho ricoperto per un totale di sette mesi circa il ruolo di operation manager del rivelatore occupandomi oltre che del suo mantenimento e della misura delle prestazioni.

Tra il 2006 e il 2007 ho partecipato al progetto che prevedeva di operare una parte degli RPC del forward endcap dell'IFR in regime proporzionale cambiando gas e aggiustando il

valore delle alta tensione, per limitare il processo di invecchiamento dovuto all'accumulo di carica. In questo ambito mi sono occupato dell'installazione di nuove schede di elettronica contenenti preamplificatori che si interfacciano direttamente da un lato con il rivelatore e dall'altro con l'elettronica di lettura già esistente. Il progetto ha avuto un esito positivo riducendo effettivamente l'invecchiamento del rivelatore e migliorandone l'efficienza laddove il rate era più alto. Ho presentato alcuni risultati sull'invecchiamento degli RPC e sul loro recupero alla conferenza IEEE Nuclear Science Symposium a Dresda nel 2008.

10.3.3 IL PROGETTO LST

L'efficienza del rivelatore di muoni di BaBar è calata nel corso dei primi anni dell'esperimento. Mentre gli RPC dell'endcap sono stati sostituiti nel 2002 con RPC di seconda generazione costruiti con migliori controlli di qualità per la sostituzione delle camere del barrel, in parte effettuata nella pausa estiva del 2004 ed in parte nel 2006, un apposito comitato ha scelto di sostituire gli RPC con camere LST (Limited Streamer Tube).

Tale progetto ha ottenuto una serie di successi sia sul piano delle prestazioni sia sul piano dell'affidabilità. Il mio coinvolgimento in questo progetto è stato ed è tuttora molto attivo. Mi sono occupato inizialmente dei test di ricerca e sviluppo su tutti i prototipi di camere LST: tali test avevano come scopo l'individuazione della geometria più affidabile ed efficiente per i rivelatori, la misura delle loro prestazioni, lo studio della miscela di gas da utilizzare, della tensione di lavoro e delle principali cause di malfunzionamento. Un notevole lavoro è stato svolto al fine di sviluppare un tipo di tecnologia solida ed efficace. Nel laboratorio oltre agli studi sui rivelatori si sono fatti anche molti test dei prototipi di elettronica di frontend cercando di ricostruire le condizioni reali dell'apparato.

Un'altra attività fondamentale alla quale ho partecipato in maniera determinante è lo studio di procedure di controllo della qualità degli LST che sono state attuate durante la produzione. Per avere una bassa mortalità di queste camere occorre che esse siano controllate con attenzione in ogni parte della produzione e che su di esse vengano fatti test di breve e lungo termine al fine di garantirne il corretto funzionamento. Per questo sono stati studiati una serie di misure e costruite le macchine per eseguirle in modo da automatizzare e velocizzare il più possibile la produzione. Sono state progettate e installate le infrastrutture necessarie a partire dalla logistica di base fino alla creazione di un database di produzione e alla programmazione di tutto il software necessario per la gestione e l'esecuzione dei test (Labview, perl e shell script).

Parallelamente alla parte dei controlli di qualità mi sono occupato anche della gestione vera e propria della produzione delle camere: sono stato il responsabile di tale produzione e dell'integrazione dei controlli di qualità con essa. La produzione è stata appaltata ad

una ditta esterna (P.H.T. di Carsoli, AQ) ed è durata da Ottobre 2003 a Luglio 2004. Le camere prodotte sono state poi assemblate in moduli negli Stati Uniti a Princeton (dove ho partecipato di persona per un breve periodo all'assemblaggio e al controllo di qualità) e a Columbus e di lì inviate a SLAC per la loro installazione. Durante l'installazione (Agosto e Settembre 2004) ho coordinato la selezione dei moduli e mi sono occupato dei test post-installazione sia sulle camere sia sull'elettronica di lettura. A fine installazione, tra Settembre e Ottobre 2004 ho curato l'integrazione del nuovo rivelatore con il resto di BaBar, l'introduzione degli LST nel sistema di acquisizione dati e la misura delle prestazioni tramite i primi RUN di cosmici.

Sono stato a per diversi mesi responsabile delle operazioni di questo sistema avendo la responsabilità del mantenimento dell'apparato in condizioni ottimali durante la presa dati e del continuo monitoraggio delle prestazioni.

In preparazione della seconda installazione (avvenuta nell'estate del 2006) ho assunto un ruolo di coordinamento per quel che riguarda al preparazione delle operazioni di Quality Control. Questo comprende il progetto e l'implementazione di di sistema di test che certifichi in modo veloce e su larga scala la qualità del lavoro di installazione, nonché il suo commissionamento e il coordinamento delle risorse umane necessarie per gestirlo. Durante l'installazione del 2006 ho avuto inoltre la responsabilità di approntare il sistema di acquisizione dati del rivelatore e ho curato il commissioning dell'elettronica di lettura del sistema. Alla fine dell'installazione (Ottobre 2006) sono stato co-commissioner del LST detector, figura che ha tra i compiti principali la transizione graduale dalla fase di installazione a quella di presa dati, l'integrazione finale con il resto dell'esperimento e il training degli operation managers. Nello stesso periodo sono entrato a far parte dello *steering committee* di tale rivelatore, tale gruppo ha il compito di prendere le principali decisioni relative al sistema. Da Dicembre 2007 sono rivesto il ruolo di System Manager del rivelatore LST che è la figura di principale rilievo all'interno del sistema ed è il primo responsabile del funzionamento del rivelatore di fronte al management dell'esperimento. Come tale ho fatto anche parte del *Technical Board* che è l'organo che si occupa di prendere le principali decisioni di carattere tecnico dell'esperimento. Al momento sono il responsabile della sezione LST per la stesura del nuovo articolo sul detector di BaBar. Nel corso di questi anni sono i risultati della costruzione e delle prestazioni del rivelatore LST sono stati presentati a diverse conferenze e pubblicati.

10.3.4 SPETTROSCOPIA

Tra i punti cardine del programma di fisica dell'esperimento BaBar viene dato ampio spazio allo studio della fisica adronica: spettroscopia del charmonio e del bottomonio, ricerca e

interpretazione di nuovi stati come tetraquark, ibridi, molecole, eccetera. In questo ambito si è inserita la mia attività di analisi dati che è tuttora in corso, sia in maniera diretta, sia indirettamente partecipando alla revisione di altre analisi e articoli. Ho presentato a nome della collaborazione di BaBar i risultati di numerosi studi a diverse conferenze facendo anche, su invito, talk di review su nuovi *quarkonium-like*.

BOTTOMONIO Alla fine del 2004 ho iniziato ad occuparmi attivamente dello studio dei decadimenti in adroni carichi delle risonanze del bottomonio prodotto dai decadimenti radiativi della $\Upsilon(4S)$. Scopo di questo studio è l'identificazione di stati $\bar{b}b$ non ancora individuati come il tripletto $\chi_b(3P)$ o lo stato di base η_b . Due sono le componenti che contribuiscono in maniera determinante alla contaminazione del segnale, il continuo u, d, s e i decadimenti $\bar{B}B$ che sono quelli di maggior interesse per il programma principale di fisica di BaBar ma che nel nostro caso corrispondono a background.

Tale studio, reso infattibile a causa dell'elevato fondo adronico è ritornato di interesse dopo l'osservazione da parte di BaBar della risonanza η_b nei decadimenti delle $Y(3S)$; è proprio nei decadimenti della $Y(3S)$ che il rapporto segnale-rumore potrebbe essere migliore e permettere l'attuazione di questo studio.

INITIAL STATE RADIATION E RICERCA DI NUOVI STATI. Diversi nuovi stati sono stati osservati negli ultimi anni alle *B factories* oltre la soglia $D\bar{D}$ nella regione energetica del charmonio. Mentre alcuni di loro sono compatibili con convenzionali stati $c\bar{c}$ altri non concordano con nessuna previsione. Differenti interpretazioni sono state proposte per queste nuove risonanze: molecole $D^0\bar{D}^{*0}$ o stati diquark-antidiquark. Uno dei modi di esplorare questa regione è lo studio di decadimenti avvenuti dopo *initial state radiation* cioè dopo che l'elettrone o il positrone ha emesso un fotone nel suo stato iniziale diminuendo di fatto l'energia a cui avviene l'interazione. Tramite questa tecnica studiamo i decadimenti di queste nuove risonanze in $J/\psi \pi^+\pi^-$, $\psi(2S) \pi^+\pi^-$ e $J/\psi K^+K^-$. Il risultato preliminare dello studio dello stato finale $J/\psi\pi\pi$ è stato presentato ad ICHEP08 (29 Luglio, 5 Agosto, 2008, Philadelphia, PA) e ha confermato e migliorato la precedente misura di BaBar delle risonanze $Y(4260)$ è stato pubblicato nel 2012 su PRD con due studi aggiuntivi rispetto ai risultati precedenti: l'analisi dettagliata della regione di massa invariante $J/\psi \pi^+\pi^-$ attorno alla $\psi(2S)$ e l'analisi della componente di decadimento in $J/\psi f_0$. Anche l'analisi dello stato finale $\psi(2S)\pi\pi$ è terminata e sarà pubblicata a breve, mentre il canale $J/\psi K^+K^-$ è attualmente in preparazione.

10.3.5 RUN COORDINATOR DELL'ESPERIMENTO

Il Run Coordinator di BaBar è una figura centrale per il funzionamento dell'esperimento, è colui che coordina e dirige tutta la presa dati dalla parte del rivelatore. I suoi principali compiti sono quindi l'interazione con il gruppo di acceleratoristi che gestiscono le operazioni del collider PEP-II e il coordinamento delle attività di gestione e manutenzione del rivelatore al fine di garantire che l'esperimento mantenga le migliori prestazioni e non perda opportunità di acquisire dati. È suo compito interagire con gli esperti dei vari sottosistemi per assicurarne il funzionamento e l'efficienza, garanzia di una buona qualità dei dati. Per questo il Run Coordinator deve avere un'ampia conoscenza di tutto l'apparato sperimentale di BaBar, del funzionamento dell'acceleratore e dei suoi principali fondi, nonché delle più importanti esigenze di fisica dell'esperimento. Tra i compiti principali infatti vi è quello di pianificare sia la presa dati che gli interventi su macchina e rivelatore, lavoro questo che viene svolto attraverso riunioni quotidiane con i principali esperti dei sottorivelatori e dell'acceleratore. Il Run Coordinator è inoltre il primo responsabile della sicurezza di tutte le operazioni che si svolgono nella zona sperimentale pertanto deve avere un preciso addestramento e conoscenza dei protocolli di sicurezza del laboratorio. Ho rivestito questo incarico nell'ultima parte del Run 5 di BaBar conclusosi ad Agosto 2006, e durante la prima parte del Run 6 da Gennaio a Maggio 2007.

10.3.6 DATA QUALITY GROUP

Il Data Quality Group (DQG) dell'esperimento BaBar è il gruppo che stabilisce se i dati raccolti dall'esperimento sono utilizzabili. E' un organo estremamente importante al quale sono affidate tutte le decisioni in materia di qualità dei dati che viene determinata dall'osservazione di una serie di quantità fisiche relative sia al funzionamento del rivelatore sia a determinati canali di fisica utilizzati come benchmark. Questo tipo di validazione avviene sia per i dati raccolti dall'esperimento sia per quelli simulati con il Monte Carlo sia per i pacchetti di software utilizzati per processarli. In questo ambito il Data Quality coordina e gestisce il lavoro di un gruppo di una decina di persone ciascuna responsabile della qualità dei dati relativi a un sottosistema o a una parte della ricostruzione degli eventi. Da Gennaio 2008 sono entrato a far parte di questo gruppo come co-coordinatore, incarico molto delicato, che richiede competenze dettagliate e molto varie che vanno dalla conoscenza dell'apparato sperimentale a quella del codice e degli algoritmi di ricostruzione e dei principali canali di fisica, alla manutenzione di script e database per il bookkeeping. Ho mantenuto tale incarico per tutto il 2008.

10.3.7 HEAVY FLAVOR AVERAGING GROUP

Da Maggio 2009 sono il rappresentante dell'esperimento BaBar per i decadimenti $b \rightarrow \text{charmonium}$ presso l'*Heavy Flavor Averaging Group* (HFAG) che è un gruppo di lavoro formato nel 2002 che fornisce continui aggiornamenti delle medie mondiali di quantità relative alla fisica dei quark pesanti, come masse, larghezze e rapporti di decadimento. Il mio compito è quello di valutare quali sono le nuove misure dei decadimenti $b \rightarrow c$ dell'esperimento BaBar che devono essere aggiornate o inserite, valutare eventuali sovrapposizioni con altre misure e calcolare le medie. Alla fine del 2009 è stato fatto un primo aggiornamento che è pubblicato in questa referenza a inizio 2010; un secondo aggiornamento è stato pubblicato nel 2011.

10.3.8 COMITATO ITALIANO DI FISICA

Da Marzo del 2010 sono diventato membro del Comitato Italiano di Fisica di BaBar che è un gruppo di lavoro formato per facilitare le analisi dei gruppi italiani e i contatti fra sezioni su analisi e calcolo.

10.4 IL PROGETTO SUPER B

La fisica della violazione CP è diventata oggi un settore di grande precisione e offre la possibilità di esplorare l'esistenza di una fisica che dia traccia di nuovi fenomeni. Questo compito è affidato sicuramente a agli esperimenti del Large Hadron Collider al Cern di Ginevra, ma sta prendendo forma un progetto internazionale (Super B) che si propone di costruire un nuovo acceleratore e un relativo esperimento presso i laboratori INFN di Frascati, esperimento rivolto allo studio della violazione della simmetria CP nel decadimento dei mesoni B e alla ricerca di nuova fisica oltre il Modello Standard attraverso i decadimenti rari dei mesoni composti dai quark c e b .

10.4.1 IL RIVELATORE DI MUONI

Gli attuali rivelatori di muoni negli esperimenti di fisica delle alte energie sono tipicamente costituiti da camere contenenti gas, che si ionizza al passaggio di radiazione carica producendo una scarica elettrica. Tale scarica è normalmente rivelata per induzione sui fili anodici oppure su strip metalliche poste lungo la camera. Con l'aumentare della luminosità delle nuove macchine acceleratrici, tecnologie tradizionali, quali rivelatori di tipo Resistive Plate Chambers, Limited Streamer Tubes o MultiWire Proportional Chambers, non sono in grado di reggere il conseguente aumento del flusso di particelle che li attraversa e non possono quindi garantire prestazioni accettabili per i futuri esperimenti.

Si rende quindi necessario lo sviluppo rivelatori caratterizzati da una risposta piu veloce, pur mantenendo le caratteristiche di efficienza, linearita e possibilmente, costi limitati. L'utilizzo di scintillatori plastici come rivelatori di particelle costituisce una tecnologia relativamente economica, consolidata, efficiente e resistente agli alti flussi di particelle. La luce di scintillazione può essere raccolta da fibre ottiche wave length shifter (WLS) e portata a fotorivelatori. Questa tecnica permette di costruire rivelatori di geometrie molto varie. Si puo' quindi pensare di utilizzare scintillatore estruso, prodotto a FNAL, come per l'esperimento MINOS, per realizzare il cuore attivo di un nuovo tipo di rivelatore di muoni per esperimenti di alte energie da usarsi su fasci ad alta luminosita'.

Un nuovo tipo di fotorivelatori, chiamati Geiger Mode Avalanche Photo Diodes (GMAPDs) rende questa tecnica ancora piu' interessante. I GMAPD presentano molti vantaggi rispetto ai tradizionali fotomoltiplicatori: sono piccoli (pochi mm) insensibili al campo magnetico, lavorano a bassa tensione ($< 100V$) e sono decisamente piu' economici. Essi sono in grado di rivelare il singolo fotone e di offrire una risoluzione temporale dell'ordine di 100 picosecondi o migliore. Gli aspetti negativi di cui tener conto sono una corrente di buio non trascurabile (circa 100kHz) e la loro sensibilita' ad alti livelli di radiazione. Appartengono a questo tipo di fotorivelatori i Silicon PhotoMultipliers (SiPM) e i Multi-Pixel Photon Counter (MPPC). Le loro elevate prestazioni li rendono candidati privilegiati all'utilizzo per la lettura delle fibre.

ATTIVITÀ DI RICERCA E SVILUPPO. Dalla fine del 2007 al 2012 mi sono occupato dello sviluppo del rivelatore di muoni, coordinando anche il lavoro di alcuni studenti. Le principali attivita' si sono svolte principalmente su due linee di ricerca:

1. ottimizzazione della raccolta di luce dallo scintillatore al fotorivelatore, ovvero:
 - test di diverse geometrie di scintillatore;
 - studio del numero di fibre WLS, del loro diametro e della loro posizione nel modulo di scintillatore;
 - ottimizzazione dell'accoppiamento meccanico tra fibre WLS e fibre chiare e tra fibre chiare e fotorivelatore;
 - studio delle prestazioni (resa di luce, lunghezza di attenuazione, risposta temporale) delle fibre WLS prodotte da diverse case produttrici (Kuraray, Bicron).
2. sviluppo di un'elettronica di Front End (FE) veloce e a basso jitter per l'amplificazione e la lettura dei segnali in grado di mantenere l'ottima risoluzione temporale dei fotorivelatori

e di discriminare sull'elevato rumore di fondo dei dispositivi.

I risultati, ancora preliminari e recentemente presentati alla conferenza NSS-IEEE 09 (a Orlando, FL), hanno dimostrato che risoluzioni dell'ordine del nanosecondo per tutta la catena di lettura sono raggiungibili con efficienze superiori al 95%. Un rivelatore così progettato avrebbe le specifiche adatte a un esperimento come Super B.

PROGETTAZIONE DI UN PROTOTIPO SU LARGA SCALA. Nella primavera del 2010 è stato costruito un prototipo su larga scala del rivelatore di muoni. In questo ambito, insieme a colleghi dei servizi di elettronica e meccanica, mi sono occupato della progettazione di tale prototipo sia dal punto di vista meccanico che dell'integrazione delle varie parti. Il prototipo è costituito da 9 layer attivi inframmezzati da lastre di ferro come assorbitori. Lo spessore del ferro varia da 800mm 900mm per consentire lo studio di diverse configurazioni. Il prototipo è poi stato testato nel Dicembre 2010, Luglio e Ottobre 2011 e con fasci di muoni e pioni al FermiLab. Inoltre ho coordinato l'attività di alcuni laureandi e dottorandi per lo sviluppo del sistema di acquisizione e del software di ricostruzione degli eventi.

PROTOTIPO DI RIVELATORE DI MUONI E TEST SU FASCIO I risultati di R&D sono stati testati su un prototipo dalle dimensioni reali, ossia costituito da 9 layer di scintillatore intervallati da un totale di 92 cm di ferro. L'area attiva è di circa 60x60 cm²; i layer attivi sono installati in scatole a tenuta di luce per non dover isolare singolarmente ogni modulo. Il prototipo è stato testato lo scorso Dicembre su un fascio di muoni e pioni da 3 a 6 GeV al Fermilab. L'analisi dati è tuttora in corso, ma risultati preliminari confermano le attese di efficienza e risoluzione temporale. Ho avuto ruoli di responsabilità della progettazione della parte attiva del prototipo e sono stato co-spokesperson e coordinatore del run del test su fascio (esperimento T-1008 di FNAL).

STUDIO DEI DANNI DA IRRAGGIAMENTO DI FOTORIVELATORI DI TIPO GM-APD. I fotorivelatori di tipo GM-APD (SiPM o MPPC) sono molto sensibili ad alti livelli di radiazione. Studi disponibili in letteratura hanno evidenziato che flussi superiori a circa $4 \cdot 10^{10}$ neutroni/cm² producono un innalzamento del single rate e della corrente oscura dei dispositivi di oltre un ordine di grandezza. Questi studi sono fatti generalmente caratterizzando i dispositivi prima e dopo l'irraggiamento che viene fatto in reattori nucleari. Quello che abbiamo fatto noi è stato misurare per la prima volta l'invecchiamento in real time, durante l'irraggiamento che è avvenuto presso il centro di fusione nucleare dell'ENEA e i cui risultati sono recentemente stati presentati alla 11th ICATPP Conference (Villa Olmo, Como 5-9 October 2009) e pubblicati. Ho diretto in prima persona tale progetto,

collaborando con i colleghi del servizio di elettronica dell'INFN di Ferrara per la realizzazione dell'hardware necessario e coordinando il lavoro di un laureando in informatica per l'attuazione del sistema di acquisizione. I risultati hanno mostrato che i dispositivi funzionano correttamente fino a una radiazione integrata dell'ordine di 10^8 - 10^9 neutroni/cm², in seguito, sia la corrente che il dark rate aumentano con un gradino iniziale dopo di che continuano a crescere gradualmente. Studi con un fascio bianco di neutroni sono stati portati a termine nel 2012 a GELINA, una facility in Belgio, nella quale abbiamo irradiato una serie di SiPM di marche e dimensioni differenti misurando corrente, dark rate e spettri di carica. Sto attualmente lavorando all'analisi dei dati che è ormai in fase avanzata.

SIMULAZIONE E OTTIMIZZAZIONE DEL RIVELATORE Parallelamente all'attività di ricerca e sviluppo mi sono occupato della simulazione completa (*Full Simulation*) del rivelatore e dello studio degli effetti dei principali fondi della macchina. Questa lavoro può essere suddiviso nelle seguenti attività:

- descrizione GDML della geometria del rivelatore: per questo sono state creati diversi layout al fine di testare configurazioni con differente numero di lunghezze di interazione e spaziatura tra i layer attivi;
- simulazione in GEANT 4 dell'evoluzione delle particelle nel rivelatore;
- codice di analisi e ricostruzione degli eventi: è stato necessario scrivere tutta la catena di ricostruzione, dalla digitizzazione, clusterizzazione al fit alle tracce;
- studio di un selettore di muoni (*cut based*) per analizzare l'efficienza di identificazione dei muoni e la contaminazione da pioni;
- analisi dei flussi dei principali fondi macchina (Touschek, BhaBha radiativi e produzione di coppie) e delle conseguenze che questi hanno sulla ricostruzione degli eventi e sull'identificazione dei muoni; questo studio è di fondamentale importanza anche perché i BhaBha radiativi producono una enorme quantità di particelle secondarie (soprattutto protoni e neutroni) che possono avere effetti devastanti sulle prestazioni dei fotorivelatori.

Tale simulazione è di cruciale importanza per l'ottimizzazione del rivelatore e per la progettazione e costruzione del prototipo in scala reale. Al momento si sono ottenuti buoni risultati per quel che riguarda l'ottimizzazione delle prestazioni, come esempio, per muoni nel range di impulso da 0.5 GeV/c a 5 GeV/c abbiamo una efficienza di identificazione

superiore all'80% con una contaminazione inferiore al 2%. Il rivelatore di muoni può anche essere utilizzato per l'identificazione dei K_L , per questo è necessaria un'ottimizzazione a parte che prenda in considerazione soprattutto gli strati più interni; questo studio è in programma una volta ultimato quello sulla separazione muoni-pioni.

10.5 L'ESPERIMENTO BESIII

Da Maggio 2013 sono effettivamente entrato a far parte della collaborazione dell'esperimento BESIII. L'esperimento è situato sul collider e+e- BEPC II (Beijing Electron-Positron Collider II) situato in Cina e funzionante dal 2008. L'acceleratore lavora a una energia nel centro di massa che varia dai 3 GeV ai 4.7 GeV e consente all'esperimento BESIII di attuare un vasto programma di fisica che comprende spettroscopia di Charm, Charmonio, stati esotici, fisica del tau, eccetera. Il mio coinvolgimento in questo esperimento, al momento riguarda principalmente il progetto di sostituzione della camera a deriva interna con un rivelatore a GEM cilindriche. Tale rivelatore oltre a sopperire alla perdita di efficienza, dovuta a invecchiamento, della camera a deriva migliorer sensibilmente la precisione della coordinata z con un sensibile impatto sulla ricostruzione dei vertici delle interazioni. Il nuovo inner tracker sarà costituito da tre layer di triple-GEM cilindriche con readout analogico per migliorarne la risoluzione. Di questo progetto sono attualmente il deputy Project Leader e mi occupo in prima persona della progettazione della meccanica del rivelatore e del tooling necessario alla sua costruzione. Sono inoltre coinvolto nelle attività di ricerca e sviluppo attraverso la costruzione e i test di un piccolo prototipo planare di rivelatore a GEM.

10.6 PROGETTO GIOVANI RICERCATORI 2006: SVILUPPO DI UN PROTOTIPO PER LA LETTURA A PAD DI UN RIVELATORE DI MUONI

Gli attuali rivelatori di muoni negli esperimenti di fisica delle alte energie sono tipicamente costituiti da camere contenenti gas, che si ionizza al passaggio di radiazione carica (ad esempio muoni) producendo una scarica elettrica. Tale scarica viene normalmente osservata per induzione su strip metalliche, oppure sul filo anodico (es. RPC o LST nell'esperimento BaBar), poste lungo la camera. In questo modo si ottiene la misura della posizione della scarica nelle due coordinate ortogonali. In presenza di due o più tracce simultanee, l'associazione delle coordinate nelle due dimensioni non è univoca, questo può comportare un problema con l'aumento della luminosità nei futuri esperimenti, come Super B Factory e International Linear Collider. A tal problema si può ovviare utilizzando delle camere che abbiano la possibilità di effettuare contemporaneamente la misura di entrambe le coordinate spaziali e ciò può essere ottenuto con un rivelatore con lettura a pixel

anzichè a strip. In tal modo si ottiene anche una riduzione della frequenza di conteggio per ogni singolo canale. Lo svantaggio di un tale rivelatore consiste nell'aumento dei canali di lettura, ma tale aumento puo' essere limitato adottando pixel di dimensioni maggiori rispetto alla larghezza di una strip e utilizzando strati alternati di rivelatori a strip e a pixel.

Scopo del progetto è di realizzare un prototipo di rivelatore a pixel per verificarne le caratteristiche di funzionamento. Il progetto è stato finanziato da UNIFE e portato a termine con la pubblicazione di una tesi di laurea in Fisica.

Il sottoscritto acconsente, ai sensi del D. Lgs. 30/06/2003 n.196, al trattamento dei propri dati personali e alla pubblicazione del presente curriculum vitae sul sito dell'Universit di Ferrara.

Ferrara, 31 Ottobre 2014

Firma


